

- 1 -

## Industrieofen und zugehöriges Düsenelement

### B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft einen Industrieofen zum Erschmelzen von Metallen, insbesondere Nichteisenmetallen, sowie ein zugehöriges Düsenelement.

Während des Schmelzvorgangs in einem Industrieofen zum Schmelzen von Metallen ist es vielfach erforderlich, die Metallschmelze durch das Einleiten von Gasen oder anderen Medien zu behandeln.

Entsprechende Behandlungsmedien werden regelmäßig durch Düsen in die Metallschmelze eingedüst. Solche Düsen können entweder als Unterbaddüsen (bei diesen wird das Behandlungsmedium unterhalb der Badoberfläche der Metallschmelze in diese eingedüst) oder als Überbaddüsen (bei diesen wird das Behandlungsmedium oberhalb der Badoberfläche in den Ofeninnenraum eingedüst) konfektioniert sein. Die verwendeten Düsen bestehen üblicherweise

- 2 -

aus einem Metallrohr, das durch die Außenwand des Industrieofens hindurch bis in den Innenraum des Ofens geführt ist. Auf der Ofeninnenseite der Düse ist in der Regel ein Düseneinsatz auf das Metallrohr aufgesteckt. Die Außenwandung entsprechender Industrieöfen ist aus einem äußeren Stahlmantel aufgebaut, der auf einer Innenseite mit einem feuerfesten Material zugestellt ist. In dem durch die feuerfeste Zustellung gebildeten Ofeninnenraum wird das Metall erschmolzen.

In den Bereichen, an denen die Düsen in den Innenraum des Ofens münden, ist das Feuerfestmaterial, das die Düsen in diesem Bereich umgibt, regelmäßig einem erhöhten Verschleiß unterworfen. Dieser erhöhte Verschleiß findet seine Ursache zum einen insbesondere in erhöhten Temperaturwechseln im Bereich der Düsenmündung, was zu Abplatzungen der feuerfesten Zustellung führt. Zum anderen kommt es im Bereich der Düsenmündung zu erhöhten Strömungsbewegungen der Teilschmelze, was zu einer mechanischen Erosion der feuerfesten Zustellung führt.

Dieser Verschleiß der feuerfesten Zustellung führt nicht nur zu Problemen in der Pflege der feuerfesten Zustellung bis hin zu einer verminderten Haltbarkeit der Zustellung des gesamten Ofens, sondern auch zu Problemen hinsichtlich der Wiederholbarkeit und damit der Wirtschaftlichkeit des Eindüsungsvorgangs, da sich mit der Änderung der Geometrie der feuerfesten Zustellung im Bereich der Düsenmündung auch die Strömungsverhältnisse der Metallschmelze im Ofen ändern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Industrieofen zum Erschmelzen von Metallen, insbesondere von Nichteisenmetallen, sowie ein

- 3 -

zugehöriges Düsenelement zur Verfügung zu stellen, mit dem der Verschleiß des Feuerfestmaterials im Bereich der Düse vermindert werden kann.

Erfindungsgemäß wird ein Düsenelement zum Einbringen von Gas in einen Industrieofen zum Erschmelzen von Metallen mit den folgenden Merkmalen zur Verfügung gestellt:

- einem Düsenkörper aus einem feuerfesten Material;
- einem Metallmantel, der das Feuerfestmaterial auf der Kaltseite des Düsenkörpers abdeckt;
- Wärmeleitelemente, die in Kontakt mit dem Metallmantel stehen und sich in das Feuerfestmaterial hinein erstrecken;
- der Metallmantel ist kühlbar;
- einem Düsenrohr (äußeres Düsenrohr), das sich durch den Metallmantel und den Düsenkörper hindurch von der Kaltseite zur Heißeite des Düsenkörpers erstreckt.

Die Konfektionierung des anmeldungsgemäßen Düsenelementes beruht auf der Erkenntnis, dass der Verschleiß des Feuerfestmaterials im Bereich der Düse insbesondere dadurch gemindert werden kann, dass sich auf der Heißeite des Feuerfestmaterials im Bereich der Düse ein „Ansatz“ aus erstarrter Metallschmelze bildet. Dieser „Ansatz“ besteht im wesentlichen aus Schlacke und Metall und schützt das darunter liegende feuerfeste Material im Bereich der Düse vor einem Verschleiß.

Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass eine Erstarrung der Metallschmelze im Bereich des die Düse umgebenden Materials und damit die Bildung eines Ansatzes auf dem feuerfesten Material in diesem Bereich dadurch bewirkt werden kann, dass das Feuerfestmaterial in diesem Bereich verstärkt gekühlt wird.

Zur Kühlung des Feuerfestmaterials im Bereich der Düse sind Wärmeleitelemente vorgesehen, die aus einem Material bestehen, das eine im Vergleich zum Feuerfestmaterial erhöhte Wärmeleitfähigkeit aufweist. Die Wärmeleitelemente stehen in Kontakt mit dem Metallmantel auf der Kaltseite des Düsenkörpers, so dass die Wärmeleitelemente Wärme aufnehmen und schnell zum Metallmantel weiterleiten können. Vom Metallmantel wird die Wärme nach außen abgegeben. Zur Verbesserung der Wärmeabgabe vom Metallmantel nach außen ist der Metallmantel kühlbar, beispielsweise durch ein Kühlmedium.

Das Düsenelement kann als separates Element ausgebildet sein.

Die Heißseite des Düsenkörpers des Düsenelementes und dessen Kaltseite verlaufen beabstandet und bevorzugt auch parallel zueinander. Die Heißseite und die Kaltseite des Düsenkörpers können die gleiche oder unterschiedliche Formen aufweisen. Beispielsweise können die Heißseite und die Kaltseite jeweils rund, oval, viereckig oder polygonal gestaltet sein. Soweit die Heißseite und die Kaltseite jeweils eine runde Form aufweisen, können sie beispielsweise den gleichen Durchmesser aufweisen, so dass der Düsenkörper insgesamt die Form eines Zylinders aufweist, oder die Heißseite kann einen kleineren Durchmesser als die Kaltseite aufweisen, so dass sich der Düsenkörper von der Kaltseite zur Heißseite hin konisch verjüngt; dadurch

kann das Düsenelement einfach in eine korrespondierende Öffnung in der Außenwand eines Industrieofens eingesetzt werden. Soweit die Kaltseite und die Heißseite jeweils eine viereckige Form aufweisen, besitzt der Düsenkörper insgesamt die Form eines Quaders, also beispielsweise die Form eines Würfels. Die die Kaltseite und die Heißseite verbindenden Seitenflächen des Düsenkörpers können von einem Blechmantel abgedeckt sein.

Anmeldungsgemä wird unter „Heißseite“ die Seite des Düsenkörpers verstanden, die (im eingebauten Zustand des Düsenelementes in einen Industrieofen) dem Innenraum des Ofens und damit der Metallschmelze zugewandt ist. Unter „Kaltseite“ wird entsprechend die gegenüberliegende Seite des Düsenkörpers verstanden, also die dem Ofeninnenraum abgewandte Seite des Düsenkörpers.

Das Düsenelement ist ausgebildet zum Einbringen von Gas oder andere Medien, beispielsweise Feststoffen wie Pulvern oder dergleichen, in die Metallschmelze.

Der Düsenkörper kann aus einem beliebigen feuerfesten Material bestehen, beispielsweise einer oxidkeramischen oder einem nichtoxidkeramischen Werkstoff, also beispielsweise einer oxidkeramischen feuerfesten Masse.

Auf seiner Kaltseite ist das feuerfeste Material des Düsenkörpers von einem Metallmantel abgedeckt. Dieser Metallmantel kann beispielsweise aus Kupfer oder Stahl, beispielsweise Edelstahl, bestehen und beispielsweise über Anker oder eine feuerfeste Masse mit dem feuerfesten Material des Düsenkörpers verbunden sein. Der Metallmantel kann derart dimensioniert sein, dass er - beim Einsetzen des Düsenelementes in die Außenwand eines Industrieofens - bündig an den äußeren Metallmantel des Ofens anschließt, so dass der

Metallmantel des Düsenelementes und der äußere Metallmantel des Ofens eine durchgehende Fläche bilden.

Der Metallmantel steht (auf seiner dem Düsenkörper zugewandten Seite) in Kontakt mit Wärmeleitelementen, die sich in das feuerfeste Material hinein und in Richtung auf die Heißeite des Düsenkörpers zu erstrecken.

Die Wärmeleitelemente können eine beliebige Form aufweisen, also beispielsweise die Form von Stäben, Prismen, Stegen oder Platten. Es können beispielsweise Wärmeleitelemente in Form von Stäben mit einem sternförmigen Querschnitt verwendet werden; entsprechende Stäbe haben eine relativ hohe Oberfläche, womit ein guter Wärmeübergang auf die Wärmeleitelemente bewirkt werden kann. Nach einer weiteren Ausführungsform können die Wärmeleitelemente eine baumartige Struktur aufweisen; bei dieser Ausführungsform verzweigt sich das Wärmeleitelement also in Richtung auf die Heißeite des Düsenkörpers zu. Diese „Zweige“ können die Wärme im Bereich der Heißeite des Düsenkörpers gut aufnehmen und über den (gemeinsamen) „Stamm“ an den Metallmantel weiterleiten.

Die Wärmeleitelemente können beispielsweise unmittelbar am Metallmantel angeordnet sein und dabei zum Beispiel einstückig aus dem Metallmantel ausgeformt sein, beispielsweise in Form von „Kühlrippen“. Die Wärmeleitelemente können beispielsweise auch über eine Schweiß-, Schraub- oder eine sonstige Verbindung unmittelbar mit dem Metallmantel verbunden sein.

Nach einer alternativen Ausführungsform stehen die Wärmeleitelemente nicht unmittelbar in Kontakt mit dem Metallmantel sondern leiten die Wärme über

- 7 -

zwischengeschaltete Bereiche aus feuerfestem Material an den Metallmantel weiter. Entsprechende Wärmeleitelemente können beispielsweise aus einem, mehreren oder einer Vielzahl von einzelnen Körpern bestehen, die in das feuerfeste Material eingebettet sind. Nach einer Ausführungsform ist eine Vielzahl von Wärmeleitelementen in Form kleiner Körper vorgesehen, die dispers über das feuerfeste Material verteilt in dieses eingebettet sind. Durch die Anordnung dieser dispers im feuerfesten Material verteilten Wärmeleitelemente wird die Wärmeleitfähigkeit des feuerfesten Materials in diesem Bereich insgesamt erhöht, so dass die Wärme im Bereich der im feuerfesten Material verteilten Körper schneller an den Metallmantel weitergeleitet wird als in den Bereichen des feuerfesten Materials, in denen keine entsprechende Körper angeordnet sind.

Die der Heißseite des Düsenkörpers zugewandten Enden der Wärmeleitelemente können mit Abstand zur Heißseite enden, also im Feuerfestmaterial auslaufen, oder bis unmittelbar an die Heißseite geführt sein und dann beispielsweise eine bündige Fläche mit der Heißseite des Düsenkörpers bilden.

Die Wärmeleitelemente und der Metallmantel bestehen bevorzugt aus dem gleichen Material, also beispielsweise Kupfer, Stahl oder Edelstahl. Durch den Metallmantel und den Düsenkörper hindurch erstreckt sich von der Kaltseite zur Heißseite des Düsenkörpers ein Düsenrohr (im folgenden „äußeres Düsenrohr“ genannt).

Dieses äußere Düsenrohr dient - gegebenenfalls auch in Kombination mit einem oder weiteren Rohren zur Leitung von Gas - zur Zuleitung von Gas oder sonstigen Behandlungsmedien in die Metallschmelze. Das äußere Düsenrohr

kann insbesondere aus einem Metall, beispielsweise Edelstahl, bestehen, weist bevorzugt eine kreisförmige innere (freie) Querschnittsfläche auf und erstreckt sich insbesondere entlang einer linear verlaufenden Längsachse.

Das äußere Düsenelement kann beispielsweise über eine feuerfeste Masse mit dem Düsenkörper verbunden sein.

Im äußeren Düsenrohr kann ein weiteres Düsenrohr, im folgenden „inneres Düsenrohr“ genannt, angeordnet sein. Bevorzugt kann das innere Düsenrohr entlang seiner Längsachse, die beispielsweise koaxial zur Längsachse des äußeren Düsenrohrs verläuft, verschiebbar im äußeren Düsenrohr angeordnet sein.

Ein entsprechendes, entlang seiner Längsachse verschiebbar im äußeren Düsenrohr angeordnetes inneres Düsenrohr hat einen erheblichen Vorteil: Statt eines inneren Düsenrohres wiesen die bisher verwendeten, gattungsgemäßen Düsen einen Düseneinsatz auf, der auf der Heißeite des (äußeren) Düsenrohres auf dieses aufgesteckt wurde. Durch diesen Düseneinsatz konnte auf der Heißeite des Düsenrohres eine definierte Düsenform eingestellt werden. Aufgrund von Verzunderungen des Düseneinsatzes konnte dieser nur für eine Charge verwendet werden, so dass der Düseneinsatz nach jedem Schmelzvorgang aus dem Düsenrohr ausgebrochen und durch einen neuen Düseneinsatz ersetzt werden musste. Dieser Auswechsellvorgang war sehr zeitaufwendig. Indem anmeldungsgemäß im äußeren Düsenrohr nunmehr ein inneres Düsenrohr verschiebbar angeordnet ist, kann dieses entsprechend seinem Verschleiß kontinuierlich von außen nachgeschoben werden. Der bisher notwendige Auswechsellvorgang entfällt damit.



Das innere Düsenrohr weist eine definierte innere (freie) Querschnittsfläche auf, so dass die Bedingungen für das Einbringen des durch das innere Düsenrohr in die Metallschmelze geleiteten Gases eingestellt werden können.

Bevorzugt ist das innere Düsenrohr mit Abstand zum äußeren Düsenrohr in diesem angeordnet. Dadurch wird zwischen innerem und äußerem Düsenrohr ein Spalt definiert, der ebenfalls zur Einleitung von Gas in die Metallschmelze genutzt werden kann. Inneres Düsenrohr und äußeres Düsenrohr können über Abstandhalter auf Abstand gehalten sein. Diese Abstandhalter können beispielsweise noppenartige Ausbauchungen sein, die an der dem inneren Düsenrohr zugewandten Fläche des äußeren Düsenrohres angeordnet sind. Auf der dem inneren Düsenrohr zugewandten Fläche des äußeren Düsenrohres können auch solche Ausbauchungen angeordnet sein, die in korrespondierende Führungselemente, beispielsweise Schienen oder Nuten, eingreifen, die auf der Außenfläche des inneren Düsenrohres angeordnet sind. Diese Führungselemente können beispielsweise parallel zur Längsachse oder auch schraubenförmig auf der Oberfläche des inneren Düsenrohres angeordnet sein, so dass das innere Düsenrohr in Längsrichtung oder schraubenartig sicher im äußeren Düsenrohr geführt werden kann.

Nach einer alternativen Ausführungsform weist die äußere Umfangsfläche des inneren Düsenrohres ein Außengewinde auf, das in Innengewinde eingreift, das auf der dem inneren Düsenrohr zugewandten Fläche des äußeren Düsenrohres angeordnetes ist.

Das äußere und das innere Düsenrohr sind jeweils derart ausgebildet, dass der zwischen dem äußeren und dem inneren Düsenrohr verbleibende Spalt beziehungsweise der innere freie Querschnitt des inneren Düsenrohres derart in

Kontakt mit einer Gas- oder sonstigen Quelle für ein Medium gebracht werden können, dass in den Spalt beziehungsweise den inneren freien Querschnitt des inneren Düsenrohres Gas/Medium eingeleitet werden kann.

Das Nachführen beziehungsweise die Bewegung des inneren Düsenrohres im äußeren Düsenrohr kann manuell oder automatisch, beispielsweise mit Elektro-, Hydraulik- oder Pneumatikantrieb, erfolgen. Der Nachführvorgang kann grundsätzlich schrittweise oder kontinuierlich erfolgen und auf die metallurgische Behandlungszeit, beispielsweise mit einer voreingestellten Vorschubgeschwindigkeit, abgestimmt sein. Im Fall einer kontinuierlichen Reststärkemessung der Düse kann die Vorschubgeschwindigkeit den Verschleißbedingungen des inneren Düsenrohres kontinuierlich angepasst werden. Der Spalt zwischen innerem und äußerem Düsenrohr kann mit einem geeigneten Schmier- oder Gleitmittel versehen sein, beispielsweise um die Torsionsbeanspruchungen gering zu halten.

Nach einem Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die äußere Umfangsfläche des inneren Düsenrohres und die dieser Fläche zugewandte Fläche des äußeren Düsenrohres unmittelbar in Kontakt zu einander stehen. In diesem Fall wird kein Gas durch diesen Spalt geleitet. Ein in diesem Spalt vorgesehenes Schmier- oder Gleitmittel kann dann auch zur Abdichtung dienen.

Es kann vorgesehen sein, dass die Wärmeleitelemente derart im feuerfesten Material des Düsenkörpers angeordnet sind, dass sie im wesentlichen ringförmig um das äußere Düsenrohr herum angeordnet sind.

Da die Gefahr eines Verschleißes des feuerfesten Materials mit zunehmender Nähe zur Mündung des äußeren Düsenrohres an der Heißeite des

Düsenkörpers hin zunimmt, kann das anmeldungsgemäße Düsenelement derart konfektioniert sein, dass unmittelbar benachbart zur Mündung des äußeren Düsenrohres an der Heißseite des Düsenkörpers ein stkerer Ansatz ausbildbar ist als in den weiter von der Mdung entfernten Bereichen.

Es kann dazu vorgesehen sein, dass die Wärmeleitfähigkeit in den unmittelbar zum äußeren Düsenrohr benachbarten Bereichen des Düsenkörpers höher ist als in den weiter hiervon entfernten Bereichen.

Anmeldungsgem kann dazu beispielsweise vorgesehen sein, dass die Wärmeleitelemente in den zum äußeren Düsenrohr näheren Bereich des Düsenkörpers näher bis an die Heißseite des Düsenkörpers geführt sind als in den zum äußeren Düsenrohr entfernteren Bereichen. Die Wärmeableitung nimmt dadurch in Richtung auf die Mdung des äußeren Düsenrohres an der Heißseite des Düsenkörpers hin zu. Entsprechend nimmt auch die Stärke des Ansatzes in dieser Richtung hin zu.

Die Wärmeleitelemente können entsprechend gestuft ausgebildet sein, wobei die Stufenhöhe - in Bezug auf die Heißseite des Düsenkörpers - vom äußeren Düsenrohr weg abnimmt.

Um die Wärme, die die Wärmeleitelemente dem Metallmantel zugeführt haben, vom Metallmantel abzuleiten, kann vorgesehen sein, dass der Metallmantel derart ausgebildet ist, dass er durch ein Fluid, insbesondere Wasser, oder ein sonstiges Kühlmedium kühlbar ist.

- 12 -

Dazu kann der Metallmantel beispielsweise mit Einrichtungen versehen sein, durch die ein Fluid über die Oberfläche des Metallmantels oder durch den Metallmantel hindurch leitbar ist.

Die Höhe der Wärmeableitung vom Metallmantel nach außen ist durch das Kühlmedium einstellbar, beispielsweise über das Temperaturintervall zwischen (dem wärmeren) Metallmantel und (dem kälteren) Kühlmediums und/oder über die Menge des am Metallmantel vorbeiströmenden Kühlmediums und/oder über die Wahl des Kühlmediums selbst (Wahl eines Kühlmediums mit einer bestimmten spezifischen Wärmekapazität). Eine höhere Wärmeableitung vom Metallmantel nach außen hat dabei eine verstärkte Wärmeableitung von der Heißeite des Düsenkörpers nach außen zu Folge, was mit einer verstärkten Ansatzbildung auf der Heißeite einhergeht.

Durch die Art und Weise der Kühlung des Metallmantels ist mithin die Ansatzbildung steuerbar.

Das anmeldungsgemäße Düsenelement ist zum Einbau in einen beliebigen Industrieofen zum Erschmelzen von Metallen ausgebildet, insbesondere jedoch zum Einbau in einen Industrieofen zum Schmelzen von Nichteisenmetallen.

Das Düsenelement kann sowohl als Unterbaddüse als auch als Überbaddüse ausgebildet sein.

Schließlich umfasst die Anmeldung einen Industrieofen, in dessen Außenwand ein anmeldungsgemäßes Düsenelement angeordnet ist. Der Industrieofen kann in seiner Außenwand eine Öffnung aufweisen, in die ein anmeldungsgemäßes Düsenelement einsetzbar ist.

- 13 -

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den sonstigen Anmeldungsunterlagen, insbesondere den Figuren, sowie der nachfolgenden Figurenbeschreibung.

Sämtliche der in dieser Anmeldung offenbarten Merkmale des Düsenelementes können beliebig miteinander kombiniert sein.

Die Figurenbeschreibung erläutert ein Ausführungsbeispiel eines anmeldungsgemäßen Düsenelementes.

Dabei zeigt

Figur 1                ein Düsenelement in einer seitlichen Schnittansicht und

Figur 2                eine Aufsicht auf die Heißeite des Düsenelementes nach  
Figur 1.

Das Düsenelement in Figur 1 ist in seiner Gesamtheit mit 1 bezeichnet.

Der aus einer feuerfesten Masse gebildete Düsenkörper 3 des Düsenelementes 1 weist insgesamt eine im wesentlichen würfelförmige Gestalt mit einer quadratischen Heißeite 5 und einer quadratischen Kaltseite 7 auf.

An der Kaltseite 7 ist das feuerfeste Material des Düsenkörpers 3 durch einen Metallmantel 9 aus Kupfer abgedeckt. Auf der dem Düsenkörper 3 abgewandten Oberflächenseite des Metallelementes 9 sind kanalartige Vertiefungen 8 in das Metallelement 9 eingebracht. Die kanalartigen Vertiefungen 8 sind durch Abdeckplatten 10 nach außen abgedeckt, so dass die

- 14 -

kanalartige Vertiefungen 8 rundum abgeschlossen sind. Die Abdeckplatten 10 weisen eine in die kanalartigen Vertiefungen 8 führende Einlassöffnung 12 und eine aus den Vertiefungen herausführende Auslassöffnung 14 auf.

Verschiedene Wärmeleitelemente 11, 13, 15, 17, 17.1, 17.2 aus Kupfer stehen in Kontakt mit dem Metallmantel 9 und erstrecken sich in das feuerfeste Material des Düsenkörpers 3 hinein in Richtung auf dessen Heißseite 5 zu.

Auf der in Figur 1 rechten Seite sind zwei stabförmige Wärmeleitelemente 11, 13 zu erkennen, die sich senkrecht von Metallmantel 9 in das feuerfeste Material hinein und in Richtung auf die Heißseite 5 des Düsenkörpers 3 zu erstrecken. Die stabförmigen Wärmeleitelemente 11, 13 sind abgestuft, wobei das dem Düsenrohr 19 nähere Wärmeleitelement 13 unmittelbar bis an die Heißseite 5 des Düsenkörpers 3 geführt ist und das weiter vom äußeren Düsenrohr 19 entfernte Wärmeleitelement 11 mit Abstand zur Heißseite 5 im Feuerfestmaterial ausläuft.

Die Wärmeleitelemente 11, 13 sind in den Metallmantel 9 eingesteckt.

Auf der in Figur 1 linken Seite erstreckt sich zunächst ein baumartiges Wärmeleitelement 17, 17.1, 17.2 von Metallmantel 9, in den es ebenfalls eingesteckt ist, in das feuerfeste Material des Düsenkörpers 3 hinein in Richtung auf die Heißseite 5 des Düsenkörpers 3 zu.

Ausgehend vom „Stamm“ 17 verzweigt sich das Wärmeleitelement 17, 17.1, 17.2 über zwei Äste 17.1, 17.2 in Richtung auf die Heißseite 5 zu. Die Äste 17.1, 17.2 enden mit Abstand zur Heißseite 5 im Feuerfestmaterial. Die Äste 17.1, 17.2 sind ebenfalls abgestuft ausgebildet, wobei die Stufenhöhe vom

- 15 -

näher am äußeren Düsenrohr 19 angeordneten Ast 17.1 zum weiter vom äußeren Düsenrohr 19 entfernten Ast 17.2 abnimmt.

Ferner erkennt man auf der in Figur 1 linken Seite Wärmeleitelemente 15 in Form mehrerer einzelner geometrischer Körper 15, die dispers im Feuerfestmaterial verteilt sind. Durch diese Körper 15 wird die Wärmeleitfähigkeit des Feuerfestmaterials des Düsenkörpers 3 in dem Bereich, in dem die Körper 15 verteilt sind, insgesamt erhöht. Die Wärmeleitung erfolgt dabei nicht - wie bei den Wärmeleitelementen 11, 13, 17, 17.1, 17.2 - unmittelbar zum Metallmantel 9 sondern auch über mehrere zwischengeschaltete Bereiche des feuerfesten Materials.

In Figur 1 sind auf der linken und rechten Seite des Düsenkörpers 3 unterschiedliche und inhomogen angeordnete Ausführungsformen von Wärmeleitelementen 11, 13 beziehungsweise 15, 17, 17.1, 17.2 dargestellt.

In der praktischen Ausführungsform wird bevorzugt jedoch eine homogene Kombination von Wärmeleitelementen verwendet. So können beispielsweise unterschiedliche Ausführungsformen von Wärmeleitelementen homogen um das äußere Düsenrohr 19 verteilt zur Anwendung kommen. Beispielsweise können ringförmig um das äußere Düsenrohr 19 angeordnete, abgestufte Wärmeleitelemente in Form von Stäben und/oder Bäumen und/oder Platten von dispers über das Feuerfestmaterial verteilten Wärmeleitelementen in Form einzelner Körper 15 umgeben sein.

Durch den Metallmantel 9 und den Düsenkörper 3 hindurch erstreckt sich das äußere Düsenrohr 19 von der Kaltseite 7 zur Heißeite 5 des Düsenkörpers. Das äußere Düsenrohr 15 besteht aus Edelstahl und verläuft

- 16 -

rotationssymmetrisch zu seiner Längsachse A, die senkrecht zur Heißseite 5 und Kaltseite 7 des Dsenkpers 3 steht.

Konzentrisch zum äußeren Düsenrohr 19 ist in diesem ein inneres Düsenrohr 21 aus Edelstahl angeordnet. Die Längsachse A des inneren Düsenrohres 21 verläuft koaxial zur Längsachse A des äußeren Düsenrohres 19. ueres Düsenrohr 19 und inneres Düsenrohr 21 verlaufen mit Abstand zueinander, so dass zwischen beiden Rohren 19, 21 ein Ringspalt 23 definiert ist.

Auf der der äußeren Umfangsfläche des inneren Düsenrohres 21 zugewandten Fläche des äußeren Düsenrohres 19 sind noppenartige Ausbauchungen (nicht dargestellt) angeordnet, die das innere Düsenrohr 21 und das äußere Düsenrohr 19 in einem konstanten Abstand zueinander halten.

Mit einer (nicht dargestellten) Antriebseinrichtung wird das innere Düsenrohr 21 einerseits um die Längsachse A gedreht und andererseits gleichzeitig entlang seiner Längsachse A in Richtung zur Heißseite 5 verschoben.

Die Figur 2 zeigt das Düsenelement 1 nach Figur 1 in einer Aufsicht auf die Heißseite 5.

Zu erkennen ist die in der Mitte der quadratischen Heißseite 5 angeordnete Mündung des äußeren Düsenrohres 19. Konzentrisch zur Längsachse A verläuft im inneren des äußeren Düsenrohres 19 das innere Düsenrohr 21. ueres Düsenrohr 19 und inneres Düsenrohr 21 werden über noppenartige Ausbauchungen 25, die auf der dem inneren Düsenrohr 21 zugewandten Fläche des äußeren Düsenrohres 19 angeordnet sind, auf einem konstanten Abstand gehalten. Durch diesen konstanten Abstand wird zwischen dem äußeren



- 17 -

Düsenrohr 19 und dem inneren Düsenrohr 21 ein ringförmiger Spalt 23 definiert.

Durch den freien inneren Querschnitt 21i im inneren des inneren Düsenrohres 21 und den Spalt 23 ist jeweils Gas leitbar, das in eine Metallschmelze, die auf der Heißseite 5 in Kontakt mit dem Düsenelement 1 steht, einleitbar ist.

Ferner sind in Figur 2 die Wärmeleitelemente 11, 13, 15, 17, 17.1, 17.2 sowie weitere Wärmeleitelemente zu erkennen, die das äußere Düsenrohr 21 ringförmig umgeben.

Die Funktion des dargestellten Düsenelementes ist wie folgt: Steht die Heißseite 5 des Düsenkörpers 3 bei einem Schmelzvorgang in Kontakt mit einer Metallschmelze, wird ein Kühlmedium durch die Einlassöffnung 12 in die kanalartigen Vertiefungen 8 im Metallmantel 9 ein- und durch die Auslassöffnung 14 wieder ausgeleitet. Dadurch kann die von den Wärmeleitelementen 11, 13, 15, 17, 17.1, 17.2 aufgenommene und an den Metallmantel 9 weitergeleitete Wärme schnell vom Metallmantel 9 abgeführt werden. Aufgrund dieser effektiven Wärmeabfuhr im Bereich der Heißseite 5 kommt es in diesem Bereich zu Erstarrungen der Metallschmelze. Diese erstarrte Metallschmelze bildet einen Ansatz 27 auf der Heißseite 5 des Düsenkörpers 3. Das darunter liegende feuerfeste Material des Düsenkörpers 3 wird durch diesen Ansatz 27 vor einem Verschleiß geschützt.

Zur Behandlung der Metallschmelze mit Gas wird im Bereich der Kaltseite 7 des Düsenkörpers 3 (angedeutet durch die Pfeile G) Gas in den Spalt 23 sowie in den freien Querschnitt 21i des inneren Düsenrohres 21 eingeführt, durch den

- 18 -

Spalt 23 und das freie innere 21i bis an die Heißseite 5 des Düsenkörpers 3 geleitet und dort in die Metallschmelze eingedüst.

## Industrieofen und zugehöriges Düsenelement

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Düsenelement zum Einbringen von Gas in einen Industrieofen zum Schmelzen von Metallen mit folgenden Merkmalen:
  - a) einem Düsenkörper (3) aus einem feuerfesten Material;
  - b) einem Metallmantel (9), der das feuerfeste Material auf der Kaltseite (7) des Düsenkörpers (3) abdeckt;
  - c) Wärmeleitelementen (11, 13, 15, 17/17.2), die in Kontakt mit dem Metallmantel (9) stehen und sich in das feuerfeste Material hinein erstrecken;
  - d) der Metallmantel (9) ist kühlbar;
  - e) einem Düsenrohr (äußeres Düsenrohr), das sich durch den Metallmantel (9) und den Düsenkörper (3) hindurch von der Kaltseite (7) zur Heißeite (5) des Düsenkörpers (3) erstreckt.

- 20 -

2. Düsenelement nach Anspruch 1, bei dem der Metallmantel (9) und die Wärmeleitelemente (11, 13, 15, 17, 17.1, 17.2) aus dem selben Material bestehen.
3. Düsenelement nach Anspruch 1, mit einem Metallmantel (9) und Wärmeleitelementen (11, 13, 15, 17, 17.1, 17.2) aus Kupfer oder Edelstahl.
4. Düsenelement nach Anspruch 1, bei dem die Wärmeleitelemente (11, 13, 15, 17, 17.1, 17.2) im wesentlichen ringförmig um das äußere Düsenrohr (19) herum angeordnet sind.
5. Düsenelement nach Anspruch 1, mit Wärmeleitelementen (11, 13, 15, 17, 17.1, 17.2) in Form von Stäben, Stegen oder Platten.
6. Düsenelement nach Anspruch 1, bei dem der Metallmantel (9) durch ein Kühlmedium kühlbar ist.
7. Düsenelement nach Anspruch 1, mit einer Einrichtung, durch die ein Fluid über die Oberfläche des Metallmantels (9) oder durch den Metallmantel (9) leitbar ist.
8. Düsenelement nach Anspruch 7, mit einer kanalförmigen Einrichtung (8) zur Leitung des Fluids.

- 21 -

9. Düsenelement nach Anspruch 1, mit einem in dem äußeren Düsenrohr (19) entlang seiner Längsachse (A) verschiebbar angeordneten inneren Düsenrohr (21).
10. Düsenelement nach Anspruch 1, bei dem das innere Düsenrohr (21) mit Abstand zum äußeren Düsenrohr (19) in diesem angeordnet ist.
11. Düsenrohr nach Anspruch 10, bei dem das innere Düsenrohr (21) und das äußere Düsenrohr (19) über Abstandhalter auf Abstand gehalten sind.
12. Düsenelement nach Anspruch 1, bei der die äußere Umfangsfläche des inneren Düsenrohrs (21) ein Gewinde aufweist, das in ein auf der dem inneren Düsenrohr (21) zugewandten Fläche des äußeren Düsenrohrs (19) angeordnetes Innengewinde eingreift.
13. Industrieofen, in dessen Außenwandung ein Düsenelement nach Anspruch 1 angeordnet ist.



